

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 S 13/26

7/32

13/28

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8940-5 J

F 8940-5 J

B 8940-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平4-148768

(22)出願日

平成4年(1992)5月14日

(71)出願人 592004714

荒井 郁男

東京都世田谷区船橋 1丁目48番31号

(72)発明者 荒井 郁男

東京都世田谷区船橋 1丁目48番31号

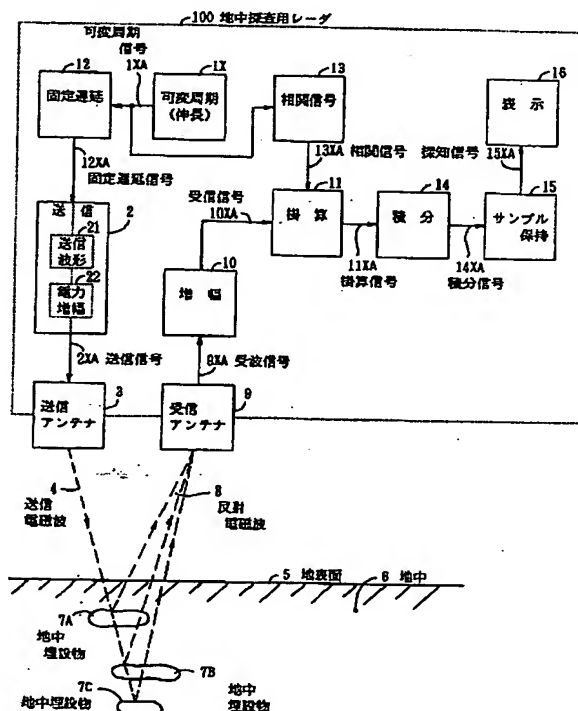
(74)代理人 弁理士 尾崎 光三

(54)【発明の名称】 可変周期相関型探知装置ならびに可変周期相関型信号検出装置

(57)【要約】

【目的】 所要の約束波形を含む信号を検出する探知装置・信号検出装置などにおいてS/Nのよい探知信号または検出信号を得る。

【構成】 地中探査装置の場合、初期周期Tを毎回少量時間 $\Delta t$ ずつ伸長した伸長型の可変周期信号1XAを固定量(例えば、初期周期T)だけ固定遅延する。遅延した固定遅延信号12XAごとに約束波形を送信信号2XAとする送信電磁波4を送波し、地中埋設物7A・7B・7Cの反射電磁波8による受信信号を被相関信号10XAとする。また、可変周期信号1XAごとの約束波形を相関信号13XAとする。被相関信号10XAと相関信号13XAを掛算した掛算信号11XAを積分し、積分信号14XAをサンプル保持して探知信号15XAを得る。探知信号15XAは時間が $T/\Delta t$ 倍に伸長され相関処理とパルス圧縮処理とを同時に行ったS/Nのよい探知信号になる。可変周期TEを短縮型にし、固定遅延を相関信号13XA側に移すように変形して同様の探知信号を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の周期で繰り返す約束波形の送信信号を送波して得られる反射波または透過波の受信信号を前記約束波形により相関して所要の探知信号を得る相関型探知装置であって、

前記周期を各回ごとに少量時間ずつ順次に伸長させた可変周期を得る可変周期手段と、

各前記可変周期に所定の固定遅延量を付加した時点ごとに前記送信を行う固定遅延送信手段と、

各前記可変周期ごとに前記約束波形の信号を相関信号として得る可変周期相関信号手段と、

前記受信信号を被相関信号として前記相関信号と掛算して得られる掛算信号にもとづいて前記探知信号を得る掛算手段とを具備することを特徴とする可変周期相関型探知装置。

【請求項2】 所定の周期で繰り返す約束波形の送信信号を送波して得られる反射波または透過波の受信信号を前記約束波形により相関して所要の探知信号を得る相関型探知装置であって、

前記周期を各回ごとに少量時間ずつ順次に短縮させた可変周期を得る可変周期手段と、

前記可変周期により前記送信を行う可変周期送信手段と、

各前記可変周期に所定の固定遅延量を付加した時点ごとに前記約束波形の信号を相関信号として得る固定遅延相関信号手段と、

前記受信信号を被相関信号として前記相関信号と掛算して得られる掛算信号にもとづいて前記探知信号を得る掛算手段とを具備することを特徴とする可変周期相関型探知装置。

【請求項3】 請求項1・請求項2の可変周期相関型探知装置であって、

前記掛算をアナログ値によって行う前記掛算手段を具備することを特徴とする相関検出型探知装置。

【請求項4】 請求項1・請求項2の可変周期相関型探知装置であって、

前記掛算をディジタル値によって行う前記掛算手段を具備することを特徴とする可変周期相関型探知装置。

【請求項5】 所要の周期で繰り返す約束波形の信号を含む受信信号を前記約束波形により相関して所要の検出信号を得るようにした相関型信号検出装置であって、

前記周期を各回ごとに少量時間ずつ順次に伸長させた可変周期を得る可変周期手段と、

各前記可変周期に所定の固定遅延量を付加した時点周期の始点とする前記受信信号を得る固定遅延受信手段と、

各前記可変周期ごとに前記約束波形の信号を相関信号として得る可変周期相関信号手段と、

前記受信信号を被相関信号として前記相関信号と掛算して得られる掛算信号にもとづいて前記検出信号を得る掛

算手段とを具備することを特徴とする可変周期相関型信号検出装置。

【請求項6】 所要の周期で繰り返す約束波形の信号を含む受信信号を前記約束波形により相関して所要の検出信号を得るようにした相関型信号検出装置であって、前記周期を各回ごとに少量時間ずつ順次に短縮させた可変周期を得る可変周期手段と、

前記可変周期をもつ前記受信信号を得る可変周期受信信号手段と、

10 各前記可変周期に所定の固定遅延量を付加した時点ごとに前記約束波形の信号を相関信号として得る固定遅延相関信号手段と、

前記受信信号を被相関信号として前記相関信号と掛算して得られる掛算信号にもとづいて前記検出信号を得る掛算手段とを具備することを特徴とする可変周期相関型信号検出装置。

【請求項7】 請求項5・請求項6の可変周期相関型信号検出装置であって、

前記掛算をアナログ値によって行う前記掛算手段を具備することを特徴とする可変周期相関型信号検出装置。

【請求項8】 請求項5・請求項6の可変周期相関型信号検出装置であって、

前記掛算をディジタル値によって行う前記掛算手段を具備することを特徴とする可変周期相関型信号検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、送信時の約束波形を用いて相関をとることにより所要の探知信号を得る相関検出型探知装置ならびに同様の構成により受信信号中より所要の信号を検出する相関型信号検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の探知装置には、反射型探知装置と透過型探知装置とがあって、反射型探知装置としては、電磁波の反射波により陸地状況・船舶航行状況・相対距離状況などを探知する船舶用レーダや地表面下の埋設物状況・地層変化状況・相対距離状況などを探知する地中探査用レーダなど、音波または超音波の反射波により水中物状況・空中物状況・相対距離状況などを探知する魚群探知機・ソナーなどがあり、透過型探知装置としては、電磁波の透過波（通過波ともいう）により所要地点間の地中経路における埋設物状況・地層変化状況などを透過波により探知する送受対向探知レーダ・ボアホールレーダなど、音波や超音波の透過波により水中物状況・空中物状況などを探知する送受対向探知ソナーなどがある。

【0003】 また、この種の探知装置において、探知能力を増大するため相関機能を設けた装置、つまり、相関検出型探知装置としては、各探知周期に得られる受信信号の複数回分を重ね併せて相関をとる構成のものが用い

られている。

【0004】この構成は、図8の信号 $R1 \cdot R2 \cdot R3$ のように、単一パルスの送信信号 $X1$ を送信して得られる各探知周期 $T$ の複数回分の受信信号を重ね合わせて論理または平均を行うようにした相関をとることにより、信号 $CR1$ のように各探知周期 $T$ の同一位相点に共通に存在する受信信号 $S1 \cdot S2$ を相関信号として検出する構成になっている。

【0005】このほか、相関機能を設けるものとしては、例えば、通信装置または監視装置などから送信される通信信号や、施設内における監視信号が多重化された情報信号が、所要の周期で繰り返す約束波形の信号を含む信号になっており、この信号を被相関信号とし、その周期の各回ごとに約束波形をもつ相関信号と相関して所要の検出信号を得るように構成する相関型信号検出装置が考えられる。

【0006】こうした相関を効果づけるために、送信波形として、振幅変化・周波数変化・位相変化・パルス数・パルス間隔などに対して特定の約束づけをした階段状振幅形式・等波形繰返形式などの約束波形を用いるものがあり、前者の階段状振幅形式のものは振幅を階段状に変化させたもので、後者の等波形繰返形式のものは正弦半波状パルスまたは矩形パルスを、正方向のみまたは正負両方向に並べて所定数だけ繰り返すものであって、最も簡単な波形としては、図7の(エ)のような単一の1サイクル（この発明において、モノサイクルという）、図7の(オ)のような単一の $1/2$ サイクルに当たるユニポーラパルスによるものがある。

【0007】探知装置に相関機能を設ける理由は、主として、 $S/N$ の悪い微弱な受信信号中から混信干渉や環境雑音を除去して $S/N$ のよい探知信号を得るようにし、送信信号の電力ピーク値が小さいものでも、探知距離を増大し得るようにすることにあるが、同様に、送信信号の電力ピーク値が小さいものでも、探知距離を増大し得る機能としてパルス圧縮技術による構成があり、階段状周波数変調形式・直線状周波数変調形式・符号位相変調形式・符号搬送波変調形式などの波形を用いてパルス圧縮する構成が、昭和54年6月電子通信学会発行「電子通信シリーズ・レーダ技術（その2）」などにより開示されている。

【0008】ここで、階段状周波数変調形式のものは、図7の波形(ア)のように、小さい単位時間 $Ta$ ごとに周波数を $f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4 \cdot f5$ のように変化させるものであり、直線状周波数変調形式のものは、図7の波形(イ)のように、時間的に周波数を変化させるものである。

【0009】また、符号位相変調形式のものは、図7の波形(ウ)のように、一定の周期 $Tb$ をもつ各1サイクルの信号を1単位のパルス信号とし、各1単位のパルス信号において位相が $0^\circ$ 位置から始まるもの「+」に

し、 $180^\circ$ 位置から始まるものを「-」にして符号化させるものであり、さらに、符号搬送波変調形式のものは、図7の波形(ア)による階段状周波数変調形式のものにおける信号の周波数 $f1 \sim f5$ を同一周波数の搬送波信号に変え、各単位時間 $Ta$ における搬送波を、図7の波形(ウ)の符号位相変調形式のものにおける各1単位のパルスと同様にして、各単位パルスを符号化するものである。

【0010】こうした各形式による波形は、上記の相関機能のための約束波形として利用し得るものであることは言うまでもない。この発明において、約束波形とは、こうした各形式による波形を指すものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記のような図8による複数周期を重ね合わせて論理または平均をとる相関構成のものでは、仮に送信波形を複雑な約束波形にしたとしても、周期 $T$ 中の同一箇所、つまり、同一位相点に存在する信号であれば、雑音信号・混信信号にかかわらず検出してしまうという不都合がある。

【0012】このため、こうした不都合のない簡便安価な構成によるものの提供が望まれているという課題がある。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記のような所定の周期で繰り返す約束波形の送信信号を送波して得られる反射波または透過波の受信信号を約束波形により相関して所要の探知信号を得る相関検出型探知装置において、上記の周期を各回ごとに少量時間ずつ順次に伸長させた可変周期を得る可変周期手段と、各可変周期に所定の固定遅延量を付加した時点ごとに上記の送信を行う固定遅延送信手段と、各可変周期ごとに上記の約束波形の信号を相関信号として得る可変周期相関信号手段と、上記の受信信号を被相関信号として上記の相関信号と掛算して得られる掛算信号にもとづいて探知信号を得る掛算手段とを設けた構成により、あるいは、上記の周期を各回ごとに少量時間ずつ順次に短縮させた可変周期を得る可変周期手段と、上記の可変周期により上記の送信を行う可変周期送信手段と、各可変周期に所定の固定遅延量を付加した時点ごとに上記の約束波形の信号を相関信号として得る固定遅延相関信号手段と、上記の受信信号を被相関信号として上記の相関信号と掛算して得られる掛算信号にもとづいて探知信号を得る掛算手段とを設けた構成により上記の課題を解決し、また、所要の周期で繰り返す約束波形の信号を含む受信信号を約束波形により相関して所要の検出信号を得るようにした相関型信号検出装置において、同様の構成を設けることにより上記の課題を解決し得るようにしたものである。

【0014】

【実施例】以下、第1実施例を図1により実施例を説明する。図1の実施例は、空中から地中を探索するための

地中探査用レーダにおいて、図7(エ)に示すような1サイクルの波形、つまり、モノサイクルの波形を最も簡単な約束波形として相関をとるようにした構成のものであり、各部の信号は図2に示してある。

【0015】可変周期回路1Xは、最初の周期、つまり、初期周期Tに、各回ごとに少量時間 $\Delta t$ ずつ順次に伸長した可変周期TEをもつパルス信号による可変周期信号1XAを固定遅延回路12と相関信号回路13とに与える。

【0016】可変周期回路1Xは、例えば、 $\Delta t$ のクロック回路と計数回路を組み合わせたパルス発生回路であり、 $T = \Delta t \times n$ に設定したときは、 $n$ を固定量とし、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3 \dots n+r$ 、 $n+(r+1)$ 、 $n+(r+2) \dots n+(n-2)$ 、 $n+(n-1)$ 、 $n+n$ まで計数して、各回の周期を得ることにより $T \sim (T + \Delta t \times n)$ の期間内で少量時間 $\Delta t$ ずつ順次に伸長する可変周期のパルス信号を発生させるようにしたものであり、 $\Delta t$ は、後記の送信波形回路21と相関信号回路13とで発生する約束波形、つまり、送信信号2XAと相関信号13XAとの時間長TPXの $1/m$ 、例えば、 $1/10$ に選定する。

【0017】相関信号回路13Xは、可変周期信号1XAごとに時間長TPXのモノサイクル波形による約束波形の信号を相関信号13XAとして発生する回路であり、発生した相関信号13XAを掛算回路11の一方の掛算入力に与える。

【0018】固定遅延路12は、可変周期信号1XAを所定の固定遅延量FDだけ遅延させる回路で、例えば、単安定型マルチバイブレータによる遅延回路であり、遅延した固定遅延信号12XAを送信回路2に与える。

【0019】図1の第1実施例の場合、固定遅延路12の固定遅延量は、初期周期Tの1周期分に相当する固定遅延量FDに設定してある。したがって、送信回路2に与えられる固定遅延信号12XAは、各可変周期TEごとに、可変周期信号1XAの時点から、常に、初期周期Tと同じ固定遅延量FDだけ遅延させた約束波形、つまり、モノサイクルの信号になって現れる。

【0020】また、掛算回路11の一方の入力に与えている相関信号13XAは、可変周期TEごとに約束波形、つまり、モノサイクルの信号になって現れる。

【0021】つまり、送信信号2XAは各回ごとに探知周期を $\Delta t$ ずつ順次に伸長しながら初期周期Tと同じ固定遅延量FDだけ遅延させた約束波形の信号を送信アンテナ3に与えるので、受波信号9XAにより得られる受信信号10XA(雑音信号は省略してある)は、同様に、各回ごとに $\Delta t$ ずつ遅れた信号になって現れるが、相関信号13XAに対しては、常に、初期周期Tだけ遅れていることになる。

【0022】したがって、掛算回路11の一方の入力側に与えている約束波形信号、つまり、相関信号13XA

から見ると、他方の掛算入力に被相関信号として与えている受信信号10XAは、可変周期TEごとに初期周期Tに相当する時間だけ遅れた信号になるので、可変周期TEの2回目以後の相関信号13XAが先に遅れることになり、受信信号10XAの方が可変周期TEの各回ごとに $\Delta t$ ずつ順次に繰り上げられた時間に受信されていることになるため、相関信号13XAの約束波形に対して、地中埋設物7A・7B・7Cによる信号10a・10b・10cは $\Delta t$ ずつ順次に繰り上げられた時間に現れることになる。

【0023】このため、掛算信号11XAは、受信信号10XAに対して相関信号13XAが可変周期TE、つまり、探知周期ごとに $\Delta t$ ずつ後方へずらされながら、各信号の振幅値を掛算した振幅値の信号になって得られるので、結局、掛算信号11XA・積分信号14XA・探知信号15XAには、相関検出処理とパルス圧縮処理とを行った探知信号が得られることになる。

【0024】そして、可変周期TEが最初の固定周期Tの2倍の周期になったとき、最初の固定周期Tに相当する探知距離範囲に対する相関検出処理とパルス圧縮処理とが完了することになる。

【0025】図1の第1実施例では、固定遅延回路12を可変周期回路1Xと送信回路2との間に設けて固定遅延するように構成しているが、この固定遅延回路12を取り除き、固定遅延回路12を受信アンテナ9と増幅回路10との間、または、増幅回路10と掛算回路11との間に設けることにより、受波信号9XAまたは受信信号10XAを固定遅延するように構成しても、被相関信号、つまり、掛算回路11に与える受信信号10XAと相関信号13XAとの時間関係は、図1の実施例の場合と同一になり、同様の相関検出処理とパルス圧縮処理とを行った探知信号が得られることになる。

【0026】また、図6のような透過波により地中探査を行う探知装置の場合には、送信側回路部50・制御/表示回路部70のいずれかに設けた可変周期回路1Xと相関信号回路13と固定遅延路12とにより相関信号13XAと固定遅延信号12XAとを得るようにし、また、受信側回路部60または制御/表示部70に設けた掛算回路11により掛算信号11XAを得るようにした構成により相関検出処理とパルス圧縮処理とを行った探知信号15XAを得るか、もしくは、同様の構成において、固定遅延路12を受信アンテナ9と受信側回路部60の受信回路10との間、または、受信回路10と受信回路部60または制御/表示回路部70に設けた掛算回路11との間に移設して構成することにより、同様の相関検出処理とパルス圧縮処理とを行った探知信号を得ることができるわけである。

【0027】さらに、上記の相関型信号検出装置の場合には、約束波形の信号を含む被相関信号を上記の可変周期TEをもつ被相関信号にするとともに上記の固定遅延

回路12に与えて固定遅延した遅延被相関信号と、上記の可変周期TEをもつ約束波形による相関信号とを上記の掛算回路11に与えて掛算信号11XAに相当する信号を得ることにより、相関検出処理とパルス圧縮処理とを行った相関検出信号を得ることができるわけである。

【0028】次に、上記の第1実施例における可変周期回路1Xの可変周期TEを少量時間 $\Delta t$ ずつ順次に短縮させるように構成した第2実施例を図3により説明する。

【0029】図3の第2実施例の場合、図1の第1実施例に対して、可変周期回路1Xが短縮変化型の可変周期信号1YAを発生する可変周期回路1Yに変えられ、この可変周期信号1YAを送信回路2に与えるとともに、固定遅延回路12を可変周期回路1Yと相関信号回路13との間に移設して構成した点異なり、他の構成部分は図1の第1実施例と同様の構成になっている。

【0030】可変周期信号1YAは初期周期TSを、図4のように、 $T + \Delta t \times n$ とし、 $\Delta t \times n$ の部分の変化を、 $\Delta t \times n$ から始め、 $t \times (n-1)$ 、 $\Delta t \times (n-2)$ 、 $\Delta t \times (n-3)$ ……のように、可変周期TEを漸減して短縮変化させるものである。また、固定遅延回路12の固定遅延量FDを初期周期TSと同じ $T + \Delta t \times n$ に設定してある。

【0031】したがって、送信回路2から出力される送信信号2YAと受信回路10から出力される受信信号10YAと相関信号回路13から出力される相関信号13YAとの相対的な時間関係は、図4に示すように、図2の場合における固定遅延時間FDを $T + \Delta t \times n$ に変えただけのような時間関係をとることになり、掛算回路11の掛算信号11YA、積分回路14の積分信号14YA、サンプル保持回路15の探知信号15YAも同様な時間関係をとるので、 $T = \Delta t \times n$ とした場合には、探知信号15YAには図2における探知信号15XAと同様の信号が得られることになる。

【0032】また、この第2実施例と同様の相関検出構成を、上記の送受対向探知による構成の場合、または、上記の相関型信号検出装置の場合にも、適用し得ることは言うまでもない。

【0033】〔変形実施〕この発明は次のように変形して実施することができる

(1) 約束波形を従来技術の項で説明した振幅変化・周波数変化・位相変化・パルス数・パルス間隔などに対して特定の約束づけをした波形、例えば、階段状振幅形式・等波形繰返形式などの波形、または、階段状周波数変調形式・直線状周波数変調形式・符号位相変調形式・符号搬送波変調形式などの波形のうちの任意のものをを用いて構成にする。

【0034】(2) 約束波形の信号を、一般のレーダや魚群探知機で使用している単一の高周波を矩形状に変調したパルス波、つまり、図7の(ア)の波形のf1部分

のみの波形にして構成する。

【0035】(3) 図1の第1実施例における可変周期TEの初期周期Tと固定遅延回路12の固定遅延量FDとを複數N倍の $N \times T$ にして、図1の実施例と同様の相関検出処理とパルス圧縮処理とを行う構成にする。

【0036】(4) 図3の第2実施例における可変周期TEの初期周期TSと固定遅延量FDの $T + \Delta t \times n$ をTまたはTの部分を整數N倍にした $N \times T + \Delta t \times n$ にして、図3の実施例と同様の相関検出処理とパルス圧縮処理とを行う構成にする。

【0037】(5) 図1の第1実施例における可変周期TEの初期周期Tに代えて、初期周期TにT以下の任意の時間量を加えた時間量、若しくは、0またはT以下の任意の時間量を初期周期とすることにより、いわゆる探知レンジのシフトを行わせて、目的の探知対象、例えば、地中埋設物7Bに対応する時点から相関検出処理を行わせるようにして、例えば、地中埋設物7B・7Cに対する探知信号15XAを得るように構成する。

【0038】(6) 図3の第2実施例における初期周期TSにおけるTまたは $\Delta t \times n$ の部分をもT以下の任意の時間量にして上記の(5)における探知レンジのシフトと同様の動作を行わせる。

【0039】(7) 固定遅延回路12の固定遅延量FDを初期周期TまたはTSに、Tまたは $\Delta t \times n$ 以下の任意の時間量にし、または、Tまたは $\Delta t \times n$ 以下の任意の時間量を加えた遅延量にして、例えば、図5のように、 $T \times 0.6$ の遅延量に相当する固定遅延量に設定することにより、いわゆる探知レンジのシフトを行わせて、目的の探知対象、例えば、地中埋設物7Bに対応する時点から相関検出処理を行わせるようにして、例えば、地中埋設物7B・7Cに対する探知信号15XAを得るように構成する。

【0040】(8) 掛算回路11に与える相関信号13XAの波形を、送信側の約束波形が、送信回路2・送信アンテナ3・送信電磁波4・地中・反射電磁波8・受信アンテナ9の経路を経る間に、変形させられるモデルに近い波形にする目的で、相関信号回路13の内部または相関回路13と掛算回路11との間に、その波形に対応させる回路、例えば、Qの低い共振回路と移相回路の組み合わせなどを介在させる。

【0041】(9) 積分回路14を演算型の積分回路にするとともに、サンプル保持回路15のサンプリング時点を可変周期信号1XAまたは1YAの各時点で行わせる。この場合には、サンプリング後に演算をリセットさせる必要があることは言うまでもない。

【0042】(10) 上記の(9)の構成において、各サンプリング時点に得られる振幅値をA/D変換したデジタル値を、メモリまたはシフトレジスタなどの記憶回路に各サンプリング時点ごとにアドレスまたはシフトを次順に移して記憶させ、この記憶内容を所定の一定速

度のクロックで読み出したデジタル値にもとづいて探知信号15XAまたは15YAを得るように構成することにより、サンプリング時点のずれによる探知信号15XAまたは15YAの波形歪みを修正し得るようにする。また、上記の逆の時系列で探知信号または検出信号が得られる場合には、記憶内容の読出を逆順にして正規の時系列による信号を得るようにする。

【0043】(11) 積分回路14とサンプル保持回路15を無くして、低域通過濾波回路によって掛算信号11XAまたは11YAを濾波することにより探知信号15XAまたは15YAを得る。この場合、可変周期TEの初期周期Tに相当する周波数、つまり、 $(1/T)Hz$ 程度以下の周波数を通過する濾波回路に構成することが望ましい。

【0044】(12) 少量時間 $\Delta t$ の量を、他のアナログの形態、例えば、上昇または下降傾斜波のクリップレベル点までの時間を単位クリップレベルの変化で行わせるなどによって構成する。

【0045】(13) 約束波形の形態および少量時間 $\Delta t$ の量、もしくは、そのいずれかを、デジタル形態の信号、例えば、2進数値を表す直列のパルス信号または並列のパルスによって構成する。

【0046】(14) 約束波形の形態および少量時間 $\Delta t$ の量、もしくは、そのいずれかを、アナログ形態の信号にしたものを、デジタル形態の信号に変換して相関を行うように構成する。

【0047】(15) 約束波形の形態および少量時間 $\Delta t$ の量、もしくは、そのいずれかを、デジタル形態の信号にしたものを、アナログ形態の信号に変換して相関を行うように構成する。

【0048】(16) 受信信号10XAまたは10YA、相関信号13XAまたは13YAをA/D変換してデジタル化するとともに、可変周期回路1Xまたは1Y、掛算回路11、積分回路14、サンプル保持回路15などの処理をデジタル・コンピュータ、例えば、マイクロコンピュータにより処理する。

【0049】(17) 掛算回路11に入力される受信信号10XAまたは10YAと相関信号13XAまたは13YAとの両方、または、いずれか一方の回路に振幅を可変調整して掛算機能を実行するための調整回路、例えば、可変減衰回路を設ける。

【0050】(17) 相関信号13XAまたは13YAが低い周波数成分の信号の場合、掛算回路11を演算増幅回路の組み合わせ、例えば、乗算用ICなどにより構成する。

【0051】

【発明の効果】この発明によれば、約束波形を含む受信信号を被相関信号とし、受信信号が得られる周期の各回ごとに少量時間ずつ順次にずらせた約束波形を相関信号として掛算して得られる信号にもとづいて、相関検出

理とパルス圧縮処理とを行って目的とする探知信号または相関検出信号を得る構成にしてあるため、S/N比がよく精度の高い探知信号または相関検出信号が得られるものを可変周期回路と固定遅延回路を設けるだけの簡便な構成で提供し得るなどの特長がある。

【図面の簡単な説明】

図は実施例を示し、各図の内容は次のとおりである。

【図1】この発明の第1実施例のブロック構成図

【図2】この発明の第1実施例の要部動作波形図

【図3】この発明の第2実施例のブロック構成図

【図4】この発明の第2実施例の要部動作波形図

【図5】この発明の変形実施例の要部動作波形図

【図6】従来技術のブロック構成図

【図7】従来技術の要部信号波形図

【図8】従来技術の信号波形図

【符号の説明】

1 X 探知周期回路

1 X A 探知周期信号

1 Y 探知周期回路

1 Y A 探知周期信号

2 送信回路

2 1 送信波形回路

2 2 電力増幅回路

2 X A 送信信号

2 Y A 送信信号

3 送信アンテナ

4 送信電磁波

5 地表面

6 地中

7 A・7 B・7 C 地中埋設物

8 反射電磁波

9 受信アンテナ

9 X A 受波信号

9 Y A 受波信号

1 0 増幅回路

1 0 X A 受信信号

1 0 Y A 受信信号

1 1 掛算回路

1 1 X A 掛算信号

1 1 Y A 掛算信号

1 2 可変遅延回路

1 2 X A 遅延信号

1 2 Y A 遅延信号

1 3 相関信号回路

1 3 X A 相関信号

1 3 Y A 相関信号

1 4 積分回路

1 4 X A 積分信号

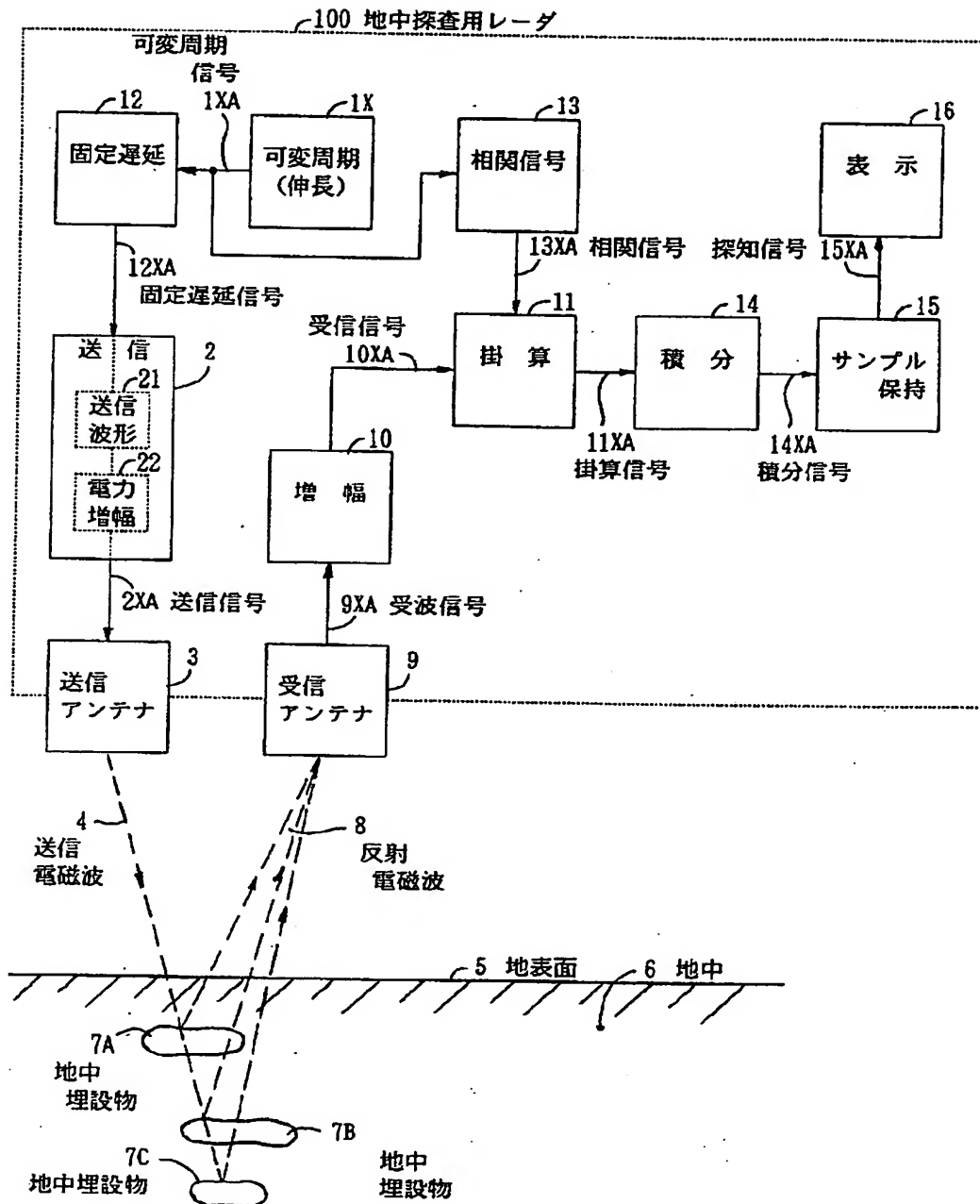
1 4 Y A 積分信号

1 5 低域濾波回路

15XA 探知信号  
 15YA 探知信号  
 16 表示回路  
 50 送信側回路部

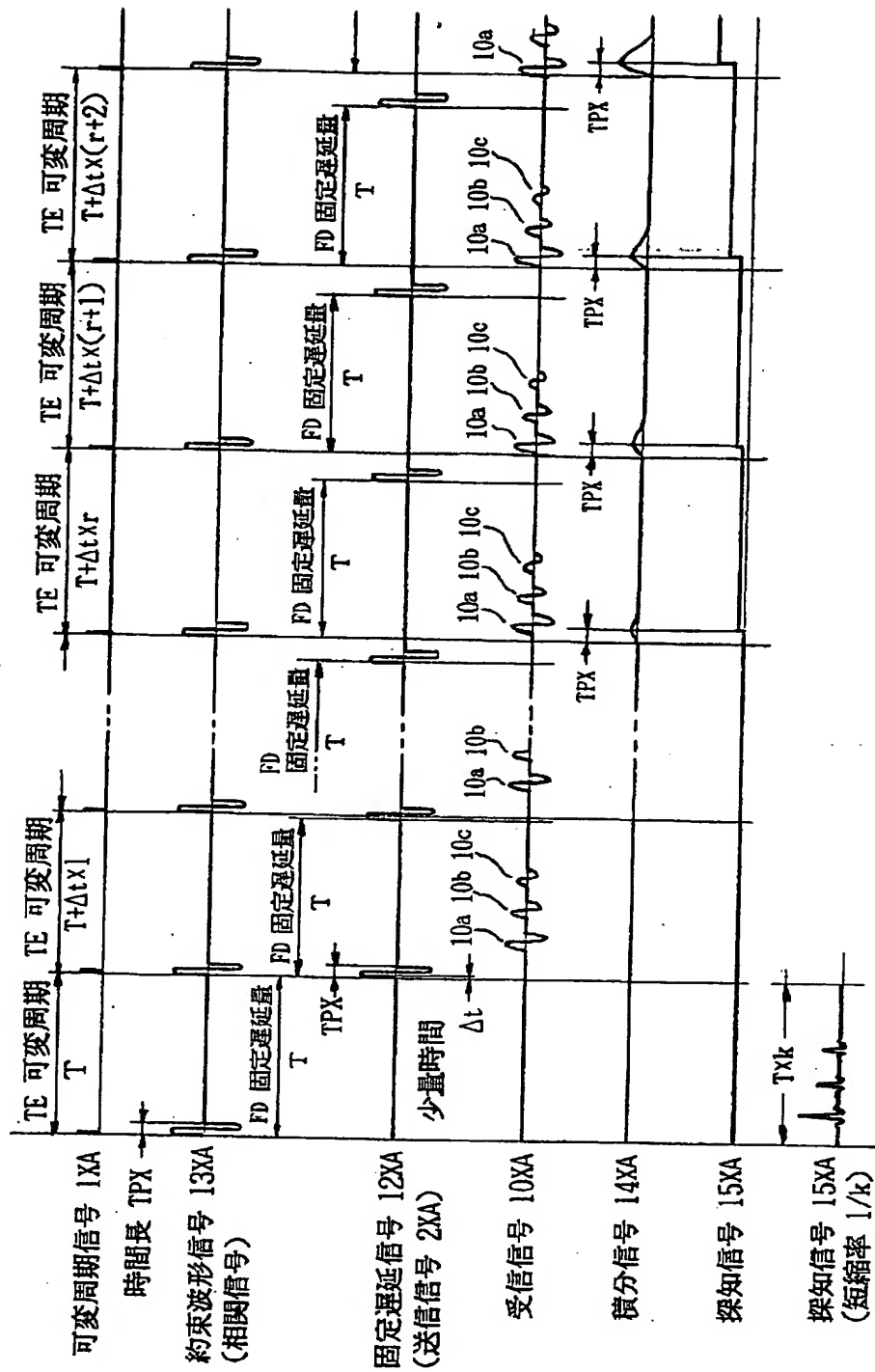
60 受信側回路部  
 70 制御／表示回路部  
 100 地中探査用レーダ

【図1】



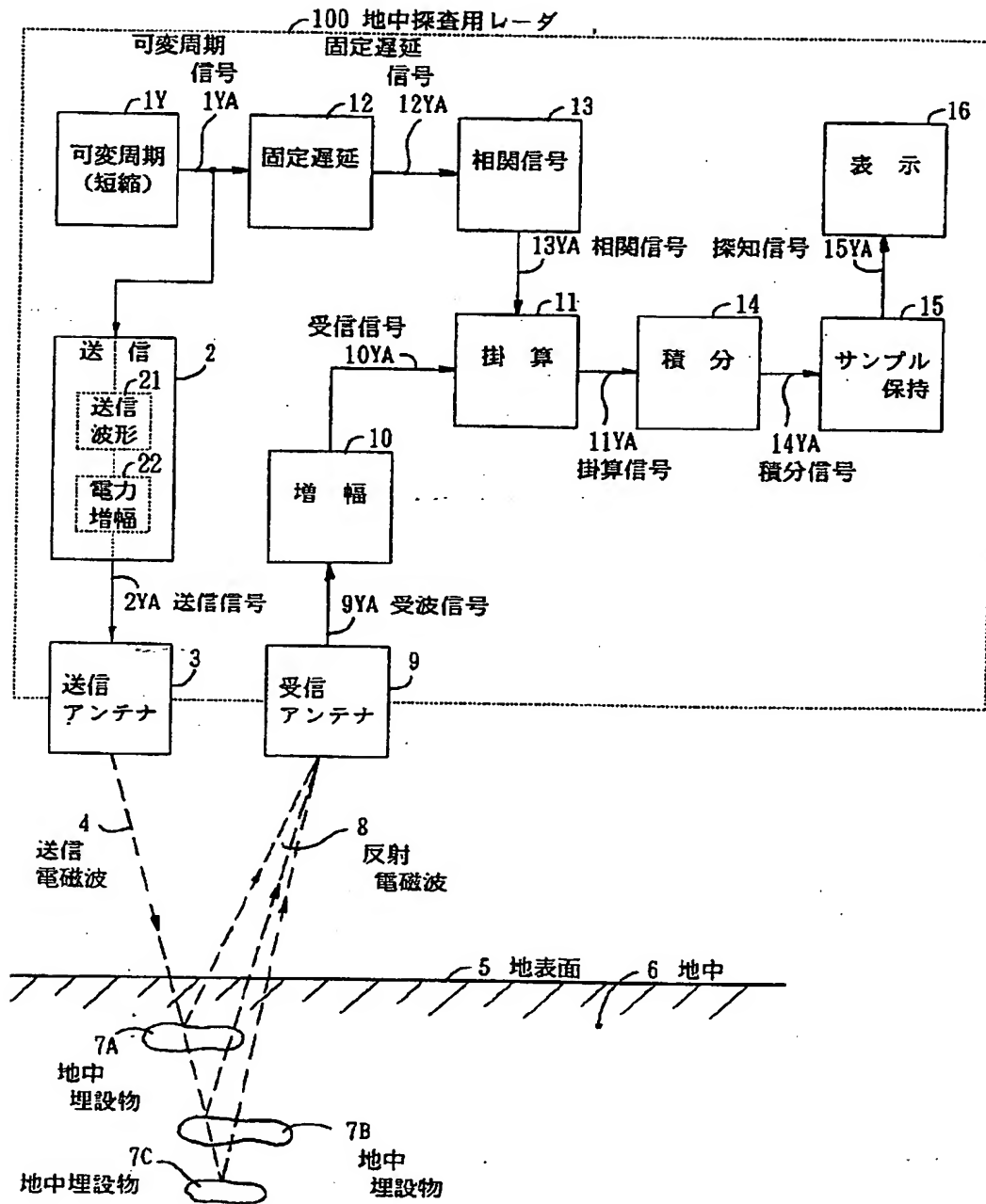


【圖2】

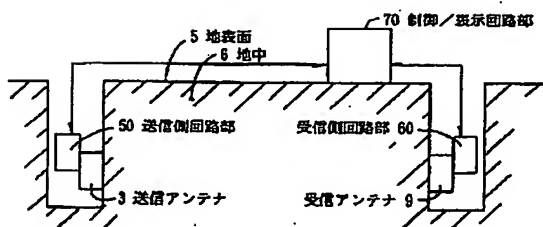




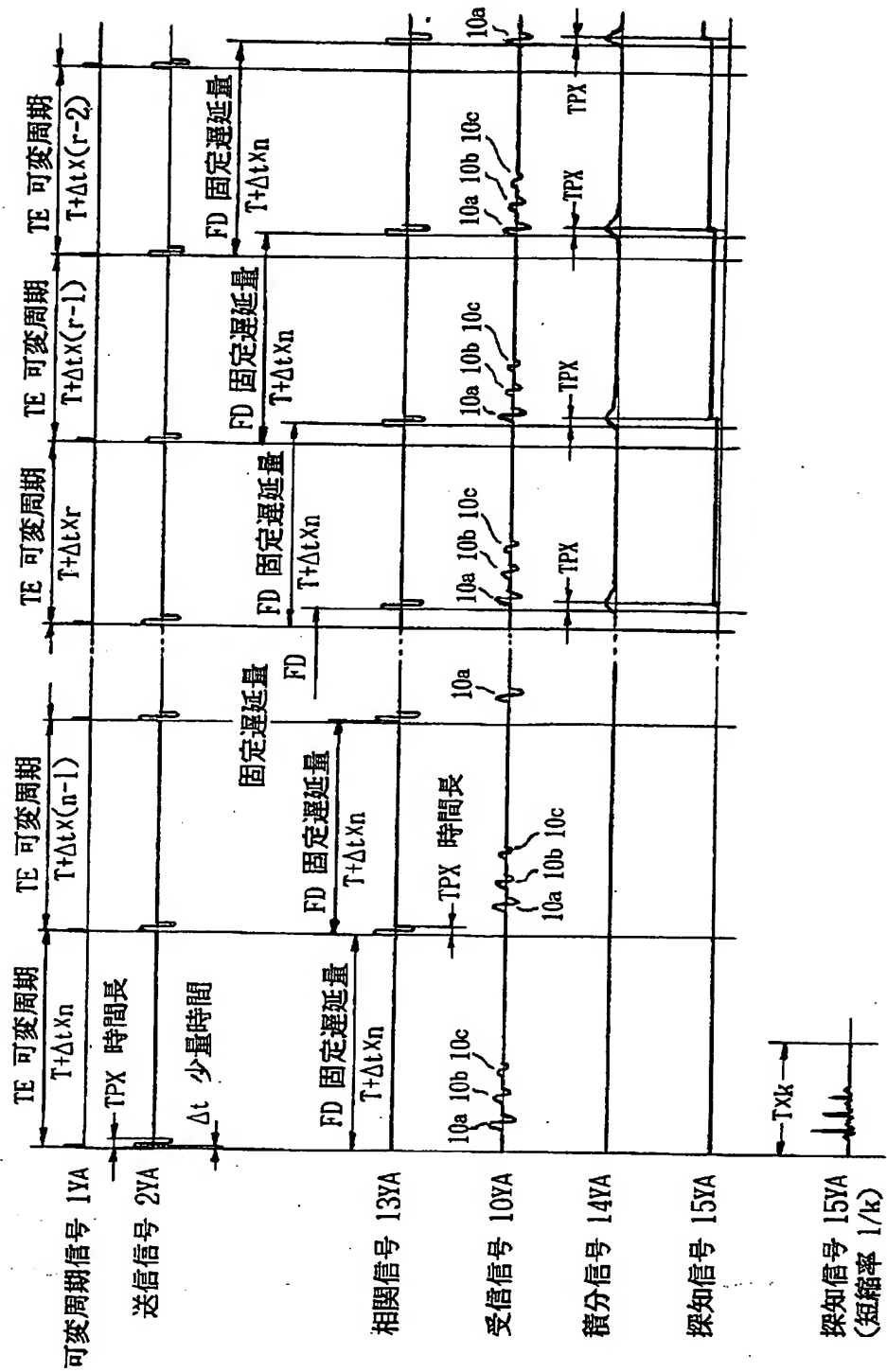
【図 3】



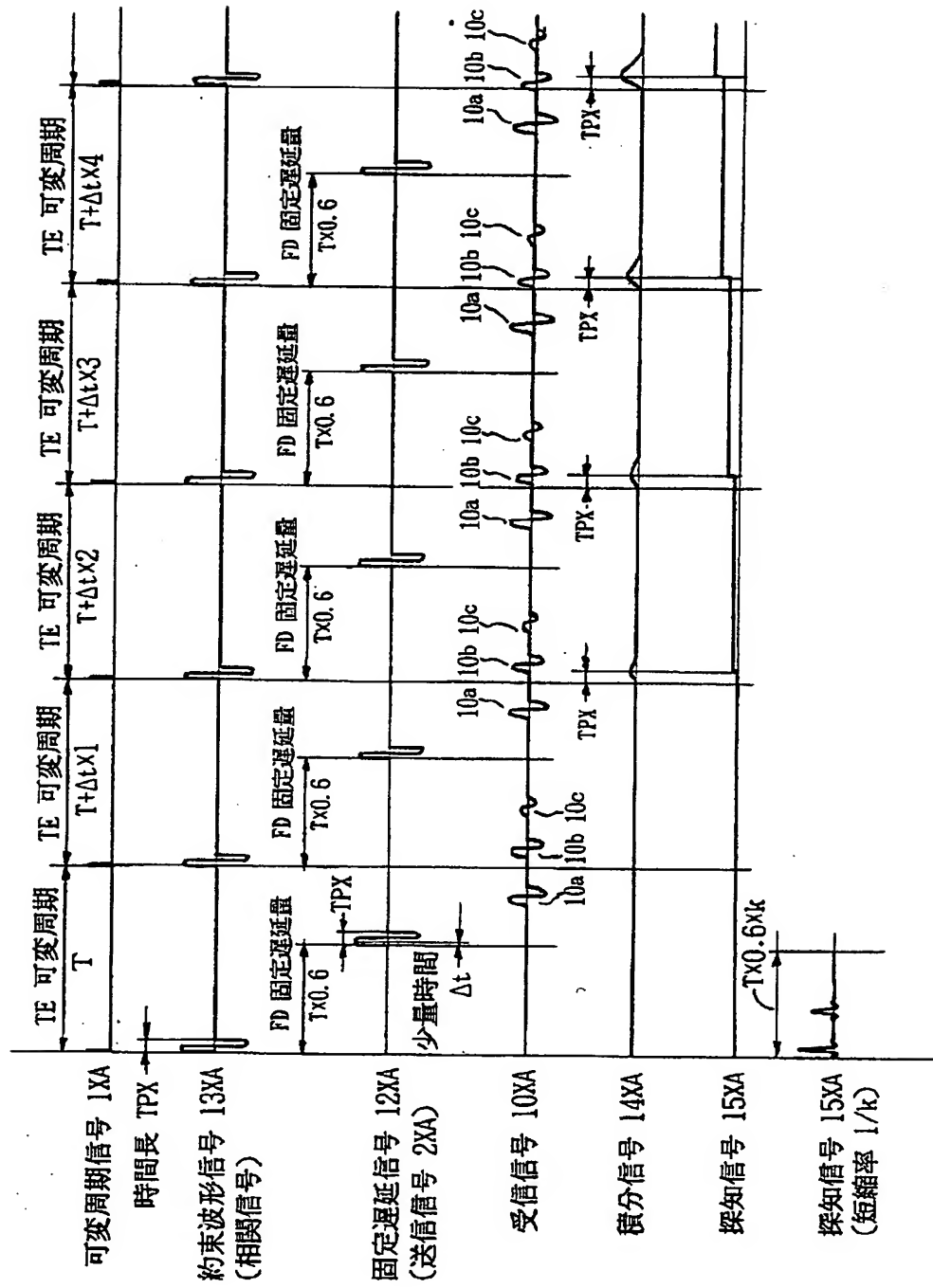
【図 6】



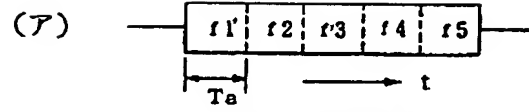
【圖4】



【图5】



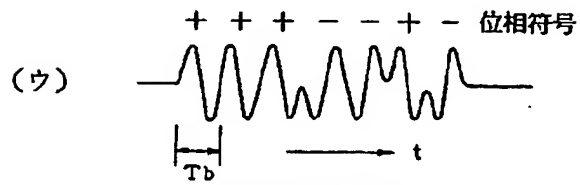
【図7】



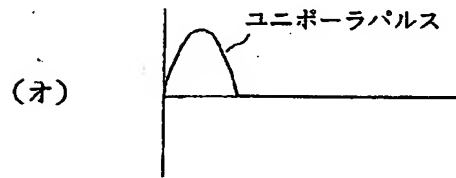
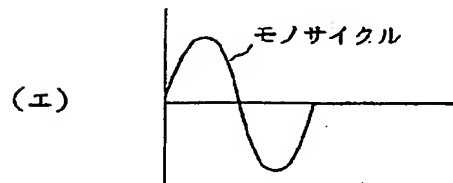
時間・周波数変化



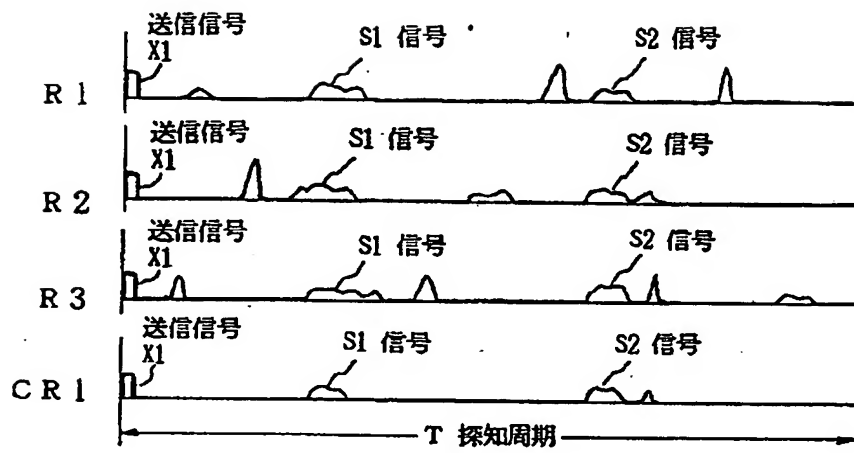
時間・周波数変化



時間・周波数変化



【図 8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 5 年 2 月 1 7 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正内容】

【0051】

【発明の効果】この発明によれば、約束波形を含む受信信号を被相関信号とし、受信信号が得られる周期の各回ごとに少量時間ずつ順次にずらせた約束波形を相関信号として掛算して得られる信号にもとづいて、相関検出処理とパルス圧縮処理とを行って目的とする探知信号または相関検出信号を得る構成にしてあるため、S/N比がよく精度の高い探知信号または相関検出信号が得られるものを可変周期回路と固定遅延回路を設けるだけの簡便な構成で提供し得るなどの特長がある。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】追加

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

図は実施例を示し、各図の内容は次のとおりである。

【図 1】この発明の第 1 実施例のブロック構成図

【図 2】この発明の第 1 実施例の要部動作波形図

【図 3】この発明の第 2 実施例のブロック構成図

【図 4】この発明の第 2 実施例の要部動作波形図

【図 5】この発明の変形実施例の要部動作波形図

【図 6】従来技術のブロック構成図

【図 7】従来技術の要部信号波形図

【図 8】従来技術の信号波形図

## 【符号の説明】

1 X 探知周期回路

1 X A 探知周期信号

1 Y 探知周期回路

1 Y A 探知周期信号

2 送信回路

2 1 送信波形回路

2 2 電力増幅回路

2 X A 送信信号

2 Y A 送信信号

3 送信アンテナ

4 送信電磁波

5 地表面

6 地中

7 A · 7 B · 7 C 地中埋設物

8 反射電磁波

9 受信アンテナ

9 X A 受波信号

9 Y A 受波信号

10 増幅回路

10 X A 受信信号

10 Y A 受信信号

11 掛算回路

11 X A 掛算信号

11 Y A 掛算信号

12 可変遅延回路

12 X A 遅延信号

12 Y A 遅延信号

13 相関信号回路

13 X A 相関信号

13 Y A 相関信号

14 積分回路  
14XA 積分信号  
14YA 積分信号  
15 低域濾波回路  
15XA 探知信号  
15YA 探知信号

16 表示回路  
50 送信側回路部  
60 受信側回路部  
70 制御／表示回路部  
100 地中探査用レーダ